

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 11 269 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 T 8/72**  
B 60 T 8/60  
B 60 T 13/66

②1 Aktenzeichen: 100 11 269.2  
②2 Anmeldetag: 8. 3. 2000  
④3 Offenlegungstag: 13. 9. 2001

DE 100 11 269 A 1

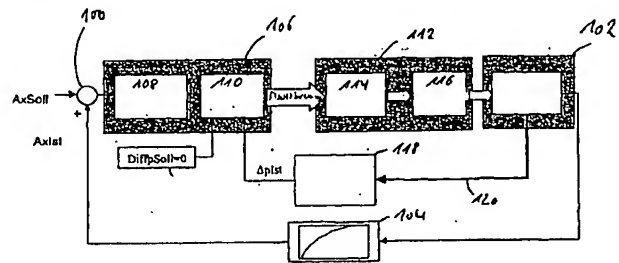
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Erban, Andreas, 74321 Bietigheim-Bissingen, DE;  
Rader, Thomas, 72764 Reutlingen, DE; Haeussler,  
Alexander, 69117 Heidelberg, DE; Gerdes, Manfred,  
71735 Eberdingen, DE; Gutmann, Ralf, 74249  
Jagsthausen, DE; Glasstetter, Thomas, 75038  
Oberderdingen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Bremsanlage

⑤7 Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Bremsanlage eines Fahrzeugs vorgeschlagen. Dabei werden die radindividuellen Sollwerte nach Maßgabe der Differenz von Bremsdrücken in wenigstens einer Radbremse zweier verschiedener Bremskreise korrigiert.



DE 100 11 269 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Bremsanlage.

Aus der DE 196 16 732 A1 ist ein Steuersystem einer Bremsanlage bekannt, bei welcher abhängig von einer Fahrervorgabe und/oder einer entsprechenden Vorgabe eines Regelsystems, beispielsweise eines adaptiven Fahrgeschwindigkeitsreglers (ACC), ein Sollwert für die Steuerung der Bremsanlage vorgegeben wird, vorzugsweise eine Bremsmomentensollwert, der auf die einzelnen Bremskreise bzw. Radbremsen verteilt wird. Im beschriebenen Ausführungsbeispiel wird dieser Sollwert von einem Verzögerungsregler gebildet, welcher die Fahrzeugverzögerung auf einen vom Fahrer und/oder dem wenigstens einen weiteren Regelsystem vorgegebenen Verzögerungssollwert führt. Die auf die einzelnen Bremskreise bzw. Radbremsen verteilten Bremsmomentensollwerte werden dann mittels Bremsmomentenregler eingeregelt. Bei der Verteilung des Sollbremsmoments auf die einzelnen Bremskreise bzw. Radbremsen wird davon ausgegangen, dass die an den Radbremsen eingestellten Bremsdrücke oder eine andere verwendete Steuergröße in den einzelnen Bremskreisen bzw. Radbremsen den gleichen Wert aufweisen (unter der Voraussetzung des gleichen Sollwerts).

In der Veröffentlichung SAE-paper 950759 "VDC, the vehicle dynamics control system of Bosch" von Anton von Zanten, Rainer Erhardt und Georg Pfaff wird ein Steuersystem für eine Bremsanlage beschrieben, in welchem ein Sollbremsmomentenwert in einen Sollbremsdruck für eine Radbremse mittels eines Hydraulikmodells in Ansteuersignale zur Steuerung der der Radbremse zugeordneten Ventilanordnung umgesetzt werden. Dadurch wird an jeder Radbremse das gewünschte Bremsmoment bzw. der gewünschte Bremsdruck eingestellt. Das verwendete Hydraulikmodell dient ferner dazu, ausgehend von den Ansteuersignalen für die Ventilanordnung den Bremsdruck in der Radbremse bzw. die dort ausgeübte Bremskraft oder das Bremsmoment zu ermitteln.

#### Vorteile der Erfindung

Durch die Berücksichtigung der Abweichungen in den einzelnen Bremskreisen bzw. Radbremsen bei der Verteilung des Sollwertes (vorzugsweise Bremsmoment) auf die einzelnen Bremskreise bzw. Radbremsen werden Toleranzen bei der Umsetzung in Ansteuersignale für die Bremsensteller berücksichtigt und wirksam ausgeglichen.

In vorteilhafter Weise wird die Gleichheit des Bremsdruckniveaus an den einzelnen Bremskreisen bzw. Radbremsen hergestellt. Dies führt vorteilhafter Weise zu einer gleichmäßigen Abnutzung der Radbremsen und zur Vermeidung von unerwünschten Giermomenten während des Bremsvorgangs.

In vorteilhafter Weise werden nicht nur fertigungsbedingte Toleranzen im Bereich der Komponenten der Bremsanlage ausgeglichen, die zu unterschiedlichen Bremsdruckniveaus an den Radbremsen bzw. Bremskreisen führen. Weitere Größen, die ein entsprechendes Ergebnis nach sich ziehen, beispielsweise Steigungswiderstände, veränderte Fahrzeugmassen, zusätzliche Aufbauten am Fahrzeug oder einen Anhängerbetrieb des Fahrzeugs, haben durch die Differenzbildung keinen Einfluss auf die Schätzgüte.

Ferner wird eine Verbesserung des Komforts des Bremsvorgangs erreicht, da eine gleichmäßige Verteilung gewährleistet ist und keine unterschiedlichen Bremsenabnutzungen

oder gar Giermomente auftreten.

Besonders vorteilhaft ist, dass bei der Korrektur der Bremsensteuerung nicht auf das Hydraulikmodell, mit dem der Sollwert in Ansteuergrößen umgerechnet wird und ein Istwert abhängig von den Ansteuergrößen gebildet wird, zurückgegriffen werden muss, so dass die durch Anwendung dieses Modells sich ergebenden Abweichungen infolge von z. B. Fertigungstoleranzen ebenfalls korrigiert werden.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

#### Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei ein Übersichtsblockschaltbild einer Steuereinrichtung zur Steuerung der Bremsanlage eines Fahrzeugs, während in Fig. 2 ein Ablaufdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform des Steuersystems dargestellt ist. Fig. 3 zeigt anhand eines Flussdiagramms eine bevorzugte Ausführung der Aufteilung von Sollbremsmomenten auf die Bremskreise.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine elektronische Steuereinheit (10), die über eine Eingangsschaltung (12), wenigstens einen Mikrocomputer (14) sowie eine Ausgangsschaltung (16) verfügt. Diese sind über ein Kommunikationssystem (18) zum gegenseitigen Daten- und Informationsaustausch miteinander verbunden. Über Ausgangsleitungen (20-22) steuert die elektronische Steuereinheit die Bremsanlage (24) eines Fahrzeugs. Diese stellt im bevorzugten Ausführungsbeispiel eine hydraulische Bremsanlage dar, welche über Pumpen- und Ventilanordnungen (26) verfügt, die die Bremskraft an den einzelnen Radbremsen (28, 30, 32 und 34) gemäß den über die Leitungen (20-22) zugeführten Signalen steuert. Derartige Bremsanlagen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Der elektronischen Steuereinheit (10) werden ferner Eingangsleitungen zugeführt, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel in einem Bussystem (z. B. CAN) zusammengefügt sind. Eine erste Eingangsleitung (36) führt von einer Fahrgeschwindigkeitsregeleinrichtung (38) zur Steuereinheit (10), während eine weitere Eingangsleitung (40) von einem Bremspedal (42) zur Steuereinheit (10) geführt wird. Von der Fahrgeschwindigkeitsregeleinrichtung (38) wird eine die Sollverzögerung repräsentierende Größe oder eine Größe, aus der eine Sollverzögerung ableitbar ist, zugeführt, während über die Eingangsleitung (40) vom Bremspedal (42) ein Maß für dessen Betätigungsgrad (Weg, Kraft, Druck, etc.) zugeführt wird. Ferner sind Eingangsleitungen (44-46) vorgesehen, die von Meßeinrichtungen (48-50) ausgehen und weitere Betriebsgrößen der Bremsanlage, des Fahrzeugs oder dessen Antriebseinheit wie beispielsweise Raddrehzahlen, Motordrehzahl, eingestellte Bremskraft (Bremsdruck), etc. zuführen.

Die zur Steuerung der Bremsanlage durchzuführende Steuerfunktionen sind als Programme im Mikrocomputer (14) implementiert. Neben den bekannten Funktionen wie Antiblockierregler (ABS), Antriebsschlupfregler (ASR), oder dem eingangs genannten Fahrdynamikregler steuert die Steuereinheit (10) in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Bremskraft an den Radbremsen abhängig vom Fahrerwunsch oder wenigstens eines anderen Regelsystems, z. B. einem Fahrgeschwindigkeitsregler. Aus dem Betätigungsgrad des Bremspedals wird ein Sollverzögerungswert für das Fahrzeug auf der Basis von Berechnungen, Kennli-

nien und Kennfeldern ermittelt. Dieser Sollwert wird mit dem Verzögerungswert verglichen, und einem Regler zugeführt, der nach der vorbestimmten Regelstrategie ein Ausgangssignal erzeugt, welches ein einzustellendes Bremsmoment an den Radbremsen repräsentiert und derart bemessen ist, daß sich die Istverzögerung an die Sollverzögerung annähert. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der vom Regler ermittelte Bremsmomentenwert im Rahmen von Bremsmomentenregelungen an jeder Radbremse durch entsprechende Steuerung der Ventil- und Pumpenanordnungen 26 eingestellt. Der Fahrgeschwindigkeitsregler, insbesondere ein Fahrgeschwindigkeitsregler, der mit einem Abstandsradar zusammenarbeitet, gibt zur Verringerung der Geschwindigkeit und zum Einhalten der Sollgeschwindigkeit bzw. eines minimalen Abstandes einen Bremseneingriff vor. Dazu sendet der Fahrgeschwindigkeitsregler der Steuereinheit (10) ein Sollverzögerungssignal oder Größen, aus der ein solches Signal ableitbar ist, welches im Rahmen der oben beschriebenen Regelungen durch Betätigen der Radbremsen eingestellt wird. Der Fahrgeschwindigkeitsregler (38) kann dabei auch Bestandteil der Steuereinheit (10) sein und als Programme im Mikrocomputer (14) implementiert sein.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird als Bremsanlage eine hydraulisch gesteuerte Bremsanlage verwendet. Die erfindungsgemäße Lösung ist jedoch nicht nur auf diesen Anwendungsfall beschränkt, sondern wird mit den genannten Vorteilen auch bei pneumatischen Bremsanlagen oder elektromotorisch betätigten Radbremsen eingesetzt, wobei bei letzteren nicht Bremsdrücke, sondern andere Steuergrößen (z. B. Ströme, etc.) eine Rolle spielen.

Wie eingangs erwähnt werden bei rechnergesteuerten Bremseneingriffen des wenigstens einen anderen Regelsystems oder bei fahrvorgabeabhängigen Bremseneingriffen davon ausgegangen, dass die Bremsdrücke bei gleichen Sollwerten in den Bremskreisen bis zu einem bestimmten Druckniveau gleich sind. Die Istbremsdrücke in der Radbremse werden mittels des Hydraulikmodells anhand der Ansteuergröße der Ventilanordnungen berechnet. Durch fertigungsbedingte Toleranzen im Hydraulikaggregat treten jedoch Fehler in der Druckschätzung durch das Hydraulikmodell auf. Die Druckschätzung ist aber Basis für die Druckeinstellung. Bei einem abweichenden Verhalten der hydraulischen Komponenten weicht der tatsächlich am Rad anliegende Druck vom berechneten ab. Dadurch kommt es aufgrund der unterschiedlichen Drücke zu unerwünschten Auswirkungen auf das Fahrzeugverhalten, insbesondere zum Überbremsen eines einzelnen Bremskreises. Da ein größerer Prozentsatz des Bremseneingriffs über diesen Kreis geleistet wird, führt dies auf Dauer zu einer stärkeren Abnutzung der Bremse, bei diagonal aufgeteilten Bremskreisen sogar zu einem unerwünschten Giermomentenaufbau. Daher wird auf der Basis von der bereits vorhandenen Sensorik bzw. daraus abgeleiteten Größen, wie sie beispielsweise im eingangs genannten Stand der Technik beschrieben sind, der Differenzdruck zwischen den einzelnen Bremskreisen bzw. einzelnen Radbremsen berechnet. Der Bremseneinstellung wird dann ein Differenzdruckregelkreis unterlagert, der den Differenzdruck auf einen vorgegebenen Wert, insbesondere den Wert Null regelt, indem er die Verteilung des Sollmoments auf die einzelnen Bremskreise korrigiert. Dadurch werden unerwünschte Effekte, wie das Überbremsen einzelner Kreise oder ein Giermomentenaufbau, vermieden.

Durch die Berechnung des Differenzdrucks zwischen den Bremskreisen bzw. den einzelnen Radbremsen werden mögliche Fehlerquellen wie Steigungswiderstände, veränderte Fahrzeugmassen, Aufbauten am Fahrzeug oder Hängerbetrieb ausgeschaltet. Bei Auftreten von Differenzdrücken

wird beim Bremseneingriff durch entsprechende Korrektur der Bremsenverteilung den oben genannten Beeinträchtigungen entgegengewirkt.

Die Schätzung des Differenzdrucks zwischen den einzelnen Bremskreisen bzw. Radbremsen basiert auf der beispielsweise im eingangs genannten Fahrdynamikregelsystem zur Verfügung stehenden Sensorik. Dabei wird der Bremsdruck in den einzelnen Bremskreise bzw. Radbremsen unabhängig von dem ggf. eingesetzten Hydraulikmodell berechnet.

Dabei werden als Größen das an dem Antriebsrad wirkende Motormoment MKAHALB, die Radgeschwindigkeit VRADXY, die Radaufstandskräfte FNXY sowie fahrzeugspezifische Parameter wie Achsgeometrien, Reifenkennwerte und Bremsenkennwerte berücksichtigt. Im Bereich kleiner und mittlerer Verzögerungen kann bei der Schätzung die Dynamik des Bremsvorgangs vernachlässigt werden und auf einen additiven Ansatz reduziert werden.

Die Berechnung des Istbremsdrucks findet für den Fall eines angetriebenen Rades gemäß der folgenden Gleichung statt:

$$PRAD = CLAM/CP(\lambda \cdot FN \cdot RRAD + MKAHALB/CLAM)$$

Dabei stellen die Parameter CLAM, welcher die Reifenselbststeifigkeit repräsentiert, CP, welcher die Umsetzung des Bremsdrucks in die Bremskraft beschreibt (Bremsenkennwert), sowie der Radradius RRAD Konstanten dar, die im Falle des Radradius und des Bremsenkennwertes auch adaptierbar sind.  $\lambda$  repräsentiert den Radschlupf des Rades, welcher in bekannter Weise aus Radgeschwindigkeit und Fahrzeuggeschwindigkeit als relative Abweichung der Radgeschwindigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmt wird. FN ist die Radaufstandskraft, die entweder gemessen oder aus anderen Größen abgeschätzt wird. MKAHALB ist das dem angetriebenen Rad zugeführte Drehmoment. Dieses wird bestimmt aus dem von der Antriebseinheit des Fahrzeugs abgegebenen Motormoment unter Berücksichtigung von Getriebeübersetzung und Wirkungsgrad des Antriebsstrangs, wobei das dann gebildete Drehmoment halbiert das dem einzelnen Antriebsrad zugeführte Drehmoment repräsentiert. Im Falle eines nicht angetriebenen Rades fällt der additive Term in der oben genannten Gleichung ersatzlos weg.

Auf die dargestellte Weise wird der Bremsdruck an einem Rad des ersten und an einem Rad des zweiten Bremskreises bestimmt (bei diagonalen Aufteilung vorzugsweise an Rädern derselben Achse, unter Berücksichtigung der achsweisen Verteilung bei anderer Bremskreisaufteilung) und die Differenz zwischen den beiden ermittelten Bremsdrücken gebildet. Dies ergibt eine Druckdifferenz zwischen den Bremskreisen, in deren Abhängigkeit die Verteilung des Sollmoments auf die einzelnen Kreise korrigiert wird. Der gebildete Differenzdruck stellt die Eingangsgröße für einen unterlagerten Differenzdruckregler dar, der die Differenz zwischen den Bremsdrücken in den einzelnen Bremskreisen vorzugsweise auf Null reduziert, indem er die Verteilung des Sollmoments auf die einzelnen Bremskreise oder Achsen entsprechend korrigiert.

Die Berechnung der Istbremsdrücke erfolgt je nach Anwendungsbeispiel entweder lediglich an ausgewählten Radbremsen oder an allen Radbremsen, wobei dann die größte Differenz (unter Beachtung der achsweisen Verteilung) zwischen den Bremskreisen der Regelung zugrunde liegt. Ferner werden in einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel die Differenzdrücke zwischen den einzelnen Radbremsen berechnet und mittels des Differenzdruckreglers die Auftei-

lung der Sollmomente auf die einzelnen Radbremsen entsprechend korrigiert, so dass die Differenz zu der jeweils anderen Radbremse bzw. den anderen Radbremsen einen vorgegebenen Wert (unter Berücksichtigung der achsweisen Verteilung), vorzugsweise Null, annimmt.

Im obigen Ausführungsbeispiel ist die Bestimmung des Differenzdrucks auf der Basis von Bremsdruckwerten beschrieben. In entsprechender Weise erfolgt in anderen Ausführungsbeispielen die Differenzbildung auf der Basis von Bremskraft- bzw. Bremsmomentenwerten, wobei in diesem Fall der unterlagerte Regelkreis dann ein Differenzbremskraft- bzw. Differenzbremsmomentenregler ist.

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm der Realisierung eines Bremseneingriffs im Rahmen einer Verzögerungsregelung mit einem unterlagerten Differenzdruckregelkreis. Die Blöcke stellen dabei die einzelnen Programme oder Programmschritte dar, die Verbindungslinien den Informationsfluss.

Dem in Fig. 2 dargestellten Regelsystem wird entweder von wenigstens einem externen Regelsystem, beispielsweise einem adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelsystem, und/oder abgeleitet aus dem Betätigungsgrad des Bremspedals durch den Fahrer ein Sollwert für die Längsverzögerung des Fahrzeugs AXSOLL zugeführt. Dieser wird in einer Vergleichsstelle 100 mit einer Größe verglichen, welche der tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs entspricht (AXIST). Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Istlängsverzögerung des Fahrzeugs, welche symbolisch als Block 102 dargestellt ist, auf der Basis von Radgeschwindigkeitssignalen beispielsweise aus der zeitlichen Ableitung wenigstens einer Radgeschwindigkeit bestimmt. Die auf diese Weise ermittelte Längsverzögerung des Fahrzeugs wird mittels eines Filters 104, vorzugsweise eines Tiefpaßfilters gefiltert und der Vergleichsstelle 100 zugeführt.

Die Abweichung zwischen Soll- und Istverzögerung wird dem Reglersystem 106 zugeführt. Dort wird zunächst durch den eigentlichen Verzögerungsregler 108 abhängig von der Abweichung zwischen den Verzögerungswerten nach Maßgabe einer vorgegebenen Reglerstrategie, beispielsweise die im eingangs genannten Stand der Technik, ein Sollbremsmomentenwert ermittelt. Dieser wird nach Maßgabe eines vorgegebenen Schlüssels, beispielsweise im Hinblick auf eine geeignete, die Fahrzeugstabilität sichernde Aufteilung zwischen Vorder- und Hinterachsbremsen auf die einzelnen Radbremsen verteilt. Beispielsweise wird das gesamte Sollbremsmoment zu 60% auf die Vorderachsbremsen, zu 40% auf die Hinterachsbremsen und innerhalb einer Fahrzeugachse zu gleichen Teilen auf die einzelnen Radbremsen der linken und rechten Räder verteilt. Ergebnis der Bremsmomentenverteilung sind Sollbremsmomente MSOLLXY für jede Radbremse des Fahrzeugs. Die Verteilung des Bremsmoments auf die einzelnen Radbremsen findet im Verteiler 110 statt, in dem ferner der oben genannte Differenzdruckregler realisiert ist. Dem Verteiler 110 wird der Differenzdrucksollwert DIFFPSOLL, der vorzugsweise 0 ist, zugeführt, sowie ein Istwert  $\Delta$ PIST, der den Differenzdruck zwischen ausgewählten Radbremsen insbesondere der beiden Bremskreise übermitteln. Im einfachsten Ausführungsbeispiel besteht der Differenzdruckregler aus einem Vergleichsschritt, in dem überprüft wird, ob die Differenz zwischen dem Differenzdrucksollwert und dessen Istwert größer, gleich oder kleiner 0 ist. Abhängig vom Vergleichsergebnis wird der der Bremsmomentenverteilung zugrundeliegende Schlüssel um einen bestimmten Wert erhöht bzw. erniedrigt, um auf diese Weise den Istdifferenzdruck auf den Sollwert zu führen. In einem anderen Ausführungsbeispiel stellt der Differenzdruckregler einen Regler bereit, welcher nach Maßgabe einer vorgegebenen Regelstrategie in Abhän-

gigkeit der Abweichung zwischen Soll- und Istdifferenzdruck ein Ausgangssignal erzeugt. Die Größe dieses Ausgangssignals bildet dann ein Maß für den Korrekturfaktor, mit dem der Faktor zur Aufteilung der Bremsmomente korrigiert wird. Die auf diese Weise ermittelten radindividuellen Bremsmomentenwerte MSOLLXY werden in 112 zusammengefaßten Stellgliedern übermitteln. Dort wird für jede Radbremse mittels eines Hydraulikmodells 114 entsprechend dem im eingangs genannten Stand der Technik vorgestellten die einzelnen Sollbremsmomentenwerte beispielsweise unter Berücksichtigung der Bremskennwert in Sollbremsdrücke umgewandelt, mit auf der Basis des Hydraulikmodells ermittelten Istbremsdrücken verglichen und nach Maßgabe der Abweichung Ansteuersignale gebildet, mit deren Hilfe die Ventilanordnungen 116, die jeder Radbremse zugeordnet sind, angesteuert werden. Dabei werden die Istbremsdrücke der einzelnen Radbremsen den vorgegebenen Bremsdrücken angenähert.

Der Istwert für den Differenzdruck wird im Differenzdruckmodell 118 in Abhängigkeit von den oben genannten Fahrzeuggrößen (Leitung 120) nach Maßgabe der oben dargestellten Formel ermittelt, indem die Werte für mindestens je eines Rades zweier verschiedener Bremskreise miteinander verglichen werden.

Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Differenzdruckregelung als Rechnerprogramm eines Mikrocomputers der Steuereinheit zur Steuerung der Bremsanlage ausgeführt. Fig. 3 skizziert ein Flussdiagramm, welches eine bevorzugte Realisierung eines solchen Rechnerprogramms darstellt.

Das in Fig. 3 skizzierte Programm wird in vorgegebenen Zeitintervallen durchlaufen. Im ersten Schritt 200 werden die einzelnen Sollmomente MSOLL11, 12, 21, 22, wobei die erste Ziffer die Nummer des Bremskreises, die zweite Ziffer die der Radbremse in diesem Bremskreis repräsentiert. Eine ggf. achsweise vorgenommene Verteilung ist in diesen Werte bereits berücksichtigt. Ferner wird im Schritt 200 der Istwert der Druckdifferenz  $\Delta$ PIST, der nach Maßgabe des oben dargestellten Modells berechnet wurde, eingelesen. Im nächsten Schritt 202 wird die Differenz  $\delta$  zwischen dem Sollwert der Druckdifferenz DIFFPSOLL und dem Istwert  $\Delta$ PIST überprüft, ob sie größer als 0 ist oder nicht. Ist dies der Fall, wird im Schritt 204 ein Faktor um einen bestimmten Wert  $\Delta$  erhöht. Ist die Soll-/Istdifferenz nicht größer 0, wird im Schritt 206 überprüft, ob sie kleiner 0 ist. Ist dies der Fall, wird im Schritt 208 der oben erwähnte Faktor um den Wert  $\Delta$  reduziert. Hat Schritt 206 ergeben, dass die Soll-/Istabweichung auch nicht kleiner 0, sondern gleich 0 ist, so wird der Faktor unverändert beibehalten. Nach den Schritten 204, 208 und 206 im Falle einer Nein-Antwort wird im Schritt 210 die einzelnen Sollbremswerte mit dem im Schritt 204 bzw. 208 bestimmten Faktor korrigiert. Der Faktor ist dabei ein Wert zwischen 0 und 1 und stellt die Abweichung zwischen den Bremsdruckniveaus in den einzelnen Bremskreisen dar. Die Sollbremsmomente für die Radbremsen des ersten Bremskreises, MSOLL11 und MSOLL12 werden in dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel mit dem Faktor multipliziert. Die Sollmomente für die Radbremsen des zweiten Bremskreises werden mit der Größe 1-Faktor multipliziert. Auf diese Weise erfolgt eine Korrektur der Sollbremsmomentenwerte derart, dass sich ein Abgleich zwischen Solldifferenzdruck und Istdifferenzdruck einstellt. Nach Schritt 210 ist das Programm beendet und wird im nächsten Zeitintervall erneut durchlaufen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Bremsanlage, wobei jeder Radbremse ein elektrisch steuerbares Bremsenstellglied zugeordnet ist, welches in Abhängigkeit eines für jedes Rad vorgegebenen Sollwertes betätigt wird, wobei eine Istgröße, die die an jeder Radbremse wirkende Bremskraft repräsentiert, ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abweichung zwischen den Istgrößen wenigstens zweier Radbremsen zweier Bremskreise ermittelt wird und abhängig von der Abweichung die Sollwerte für die Steuerung der Radbremsen korrigiert werden. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturwert auf der Basis der Abweichung des Abweichungswertes der Istgrößen von einem vorgegebenen Sollabweichungswert ermittelt wird. 10
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abweichungswert auf der Basis von Fahrzeuggrößen berechnet wird. 15
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeuggrößen Radschlupf und Aufstandskraft, ggf. das an das Rad aufgebrachte Antriebsmoment ist. 20
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Bremskraft repräsentierende Größe der Bremsdruck ist. 25
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sollwerte für die einzelnen Radbremsen nach Maßgabe eines Gesamtsollwertes gebildet werden, wobei die Verteilung des Gesamtsollwertes auf die einzelnen Räder abhängig von dem Abweichungswert korrigiert wird. 30
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gesamtsollwert von einem Verzögerungsregler, der die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf einen vorgegebenen Sollwert regelt, ermittelt wird. 35
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremsdruck abhängig von Fahrzeuggrößen nach Maßgabe der folgenden Gleichung bestimmt wird:  $PRAD = CLAM/CP(\lambda \cdot FN \cdot RRAD + MKAHALB/CLAM)$ , wobei der additive Term im Falle eines nicht angetriebenen Rades entfällt. 40
9. Vorrichtung zur Steuerung einer Bremsanlage, mit einer Steuereinheit, welche Ansteuersignale für Bremsensteller erzeugt, die jeder Radbremse zugeordnet sind, mit Ansteuersignalbilder, welche nach Maßgabe von für jede Radbremse vorgegebenen Vorgabewerten die Ansteuersignale ermitteln, wobei eine die Bremskraft an der jeweiligen Radbremse repräsentierende Größe als Istgröße ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Regler vorgesehen ist, welcher die für jede Radbremse vorgegebenen Vorgabewerte korrigiert in Abhängigkeit der Abweichung der Istgrößen wenigstens zweier Radbremsen wenigstens zweier Bremskreise. 45

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

60

65

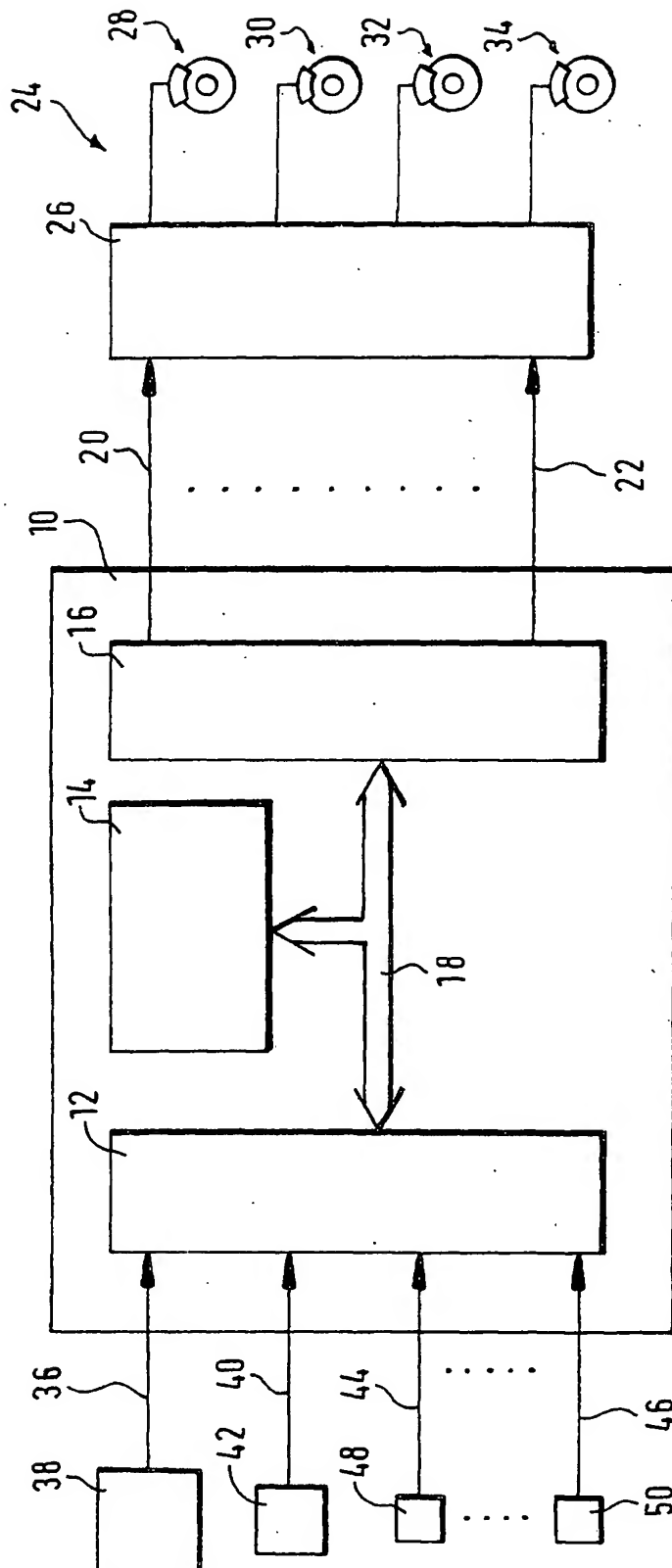


Fig. 1

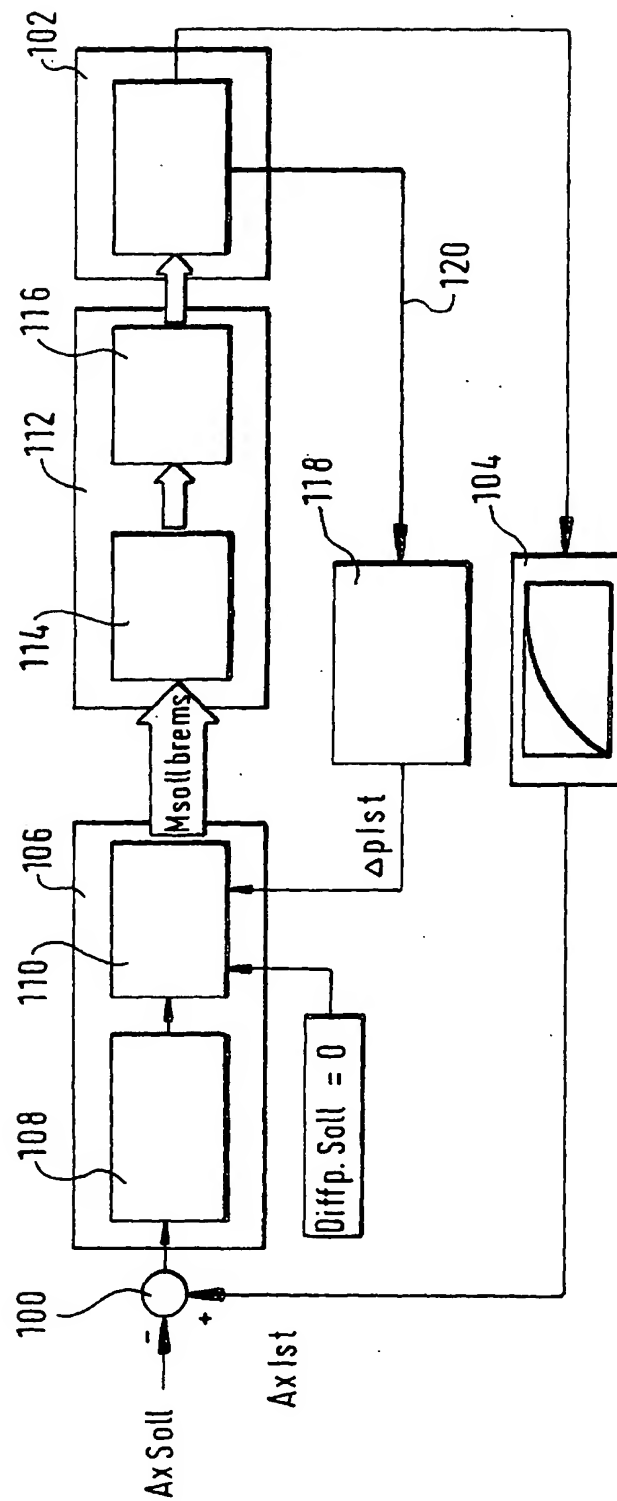


Fig. 2

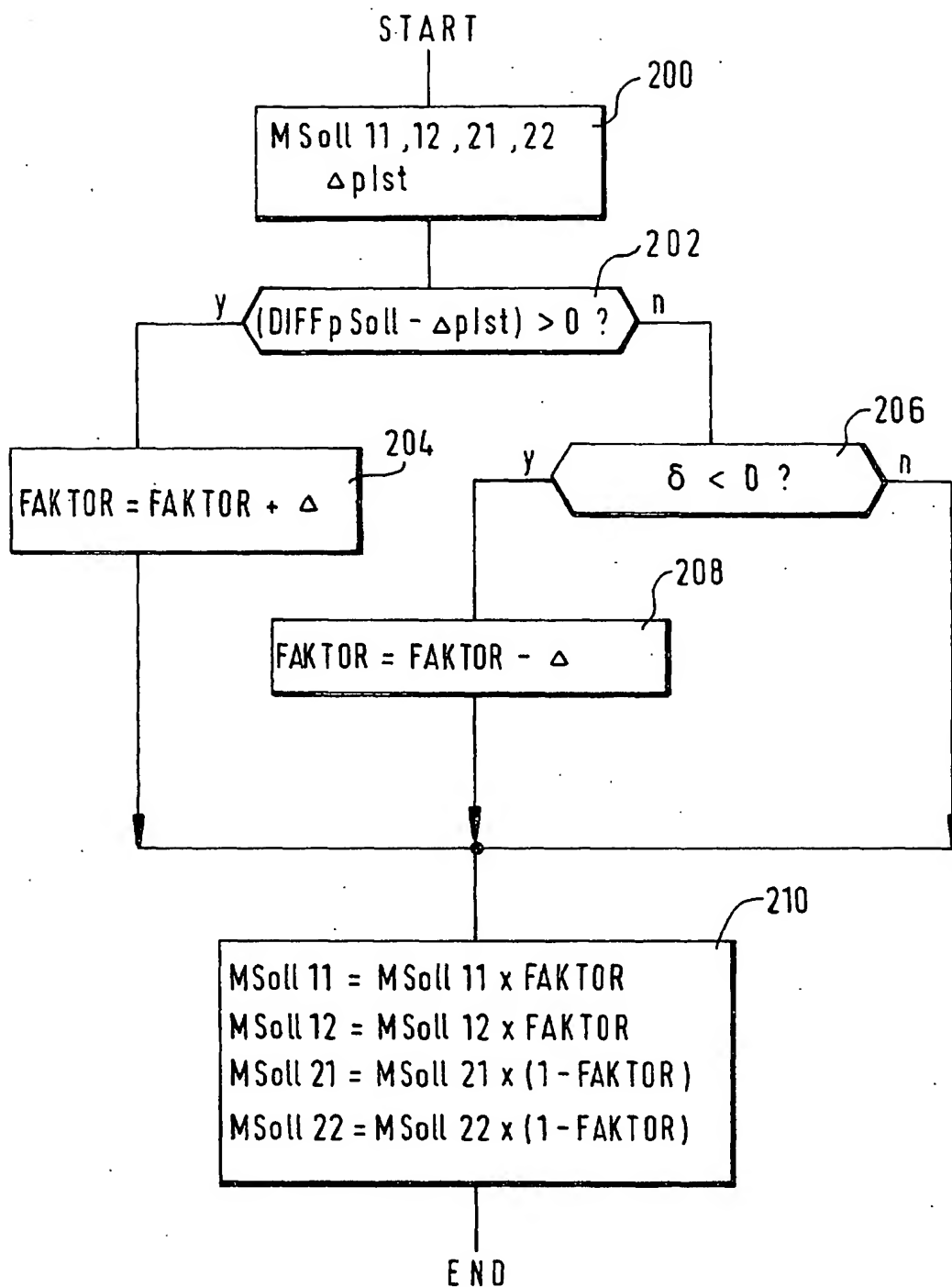


Fig. 3